

Antena C-Pole.

(partea a doua)

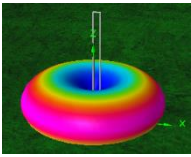
Cristian Colonati – YO4UQ

Remember.

Din prezentarea în prima parte a antenei C-Pole amintim câteva din principalele sale caracteristici:

- Este o antenă verticală, mono bandă, dipol repliat în $\lambda/2$, fără radiale, cu o radiație omnidirecțională și polarizare verticală.
- Admite o alimentare "off-center" cu o impedanță optimizată în punctul de alimentare la foarte aproape de 50ohmi.
- Impedanța de intrare și SWR-ul sunt practic independente de înălțimea de montaj și calitatea solului real.
- Este antenă economică și interesantă pentru lucrul atât în staționar cât și în portabil fiind ușor de construit și ușor de instalat în spații restrânse.
- Prima parte a acestei expunerii despre antena C-Pole pune la dispoziție un tablou cu parametrii dimensionali și electrici pentru 3 modele constructive și benzile de unde scurte de la 7MHz la 50MHz. De asemeni furnizează sugestii de construcție și de instalare cu materiale reale. Tabloul este atașat sub formă pdf pentru accesul la dimensiunile și parametrii electrici inițiali.

Ce este nou?



O idee interesantă, pentru o antenă verticală omnidirecțională cu un "pattern" ca în figura alăturată și fără radiale (contragreutăți), este adăugarea unor elemente pasive care să o transforme într-o antenă directivă!!! Cu ajutorul programului de simulare 4NEC2 acest lucru a fost perfect posibil în acțiunea de proiectare a unui astfel de ansamblu.

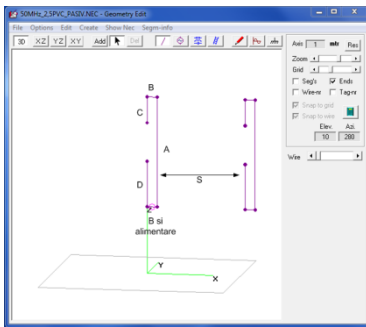
Scurtă referință tehnică.

Adăugarea unor elemente pasive la distanțe bine determinate față de elementul activ al unei antene creează inductanțe mutuale la care curenții induși modifică configurația vectorială a câmpului EM radiat conferindu-i acestuia proprietăți directive. Ansamblul de elemente astfel creat se transformă într-o "antenă directivă". Antenele astfel construite se numesc antene fazate. Distanțele convenabile, pentru o bună funcționare, între elementul activ și elementele pasive sunt funcție de frecvența de lucru, lungimea de undă λ . "Pattern"-ul obținut (diagrama de radiație) este funcție atât de distanța dintre elemente cât și de faza curenților care circulă prin acestea.

Teoria antenelor fazate este tratată în detaliu în bibliografia menționată la [1], [2] și [3] precum și în multiple alte referințe. Ne sunt prezentate cum arată digramele de radiație pentru diferitele distanțe între elemente funcție λ (notate cu S) și faza curenților din elemente (notată cu Φ). Strict orientativ, fotografia .pdf a unora din acestor diagrame preluată din "Antenna BOOK" este atașată prezentării. Orice altă configurație între S (ca distanță) și Φ (ca fază) sau de alimentare a elementelor va oferi o diagramă diferită de cele prezentate.

Proiectare.

S-a ales o configurație cu două elemente C-Pole identice dintre care unul activ (alimentat) și unul pasiv pe post de reflector. S-a ales pentru optimizare o distanță inițială rezonabilă între elemente $S = \lambda/4$ pentru care se poate obține o diagramă de radiație cu un câștig (Gain) cât mai mare pentru un Z_{in} și un SWR cât mai bune.



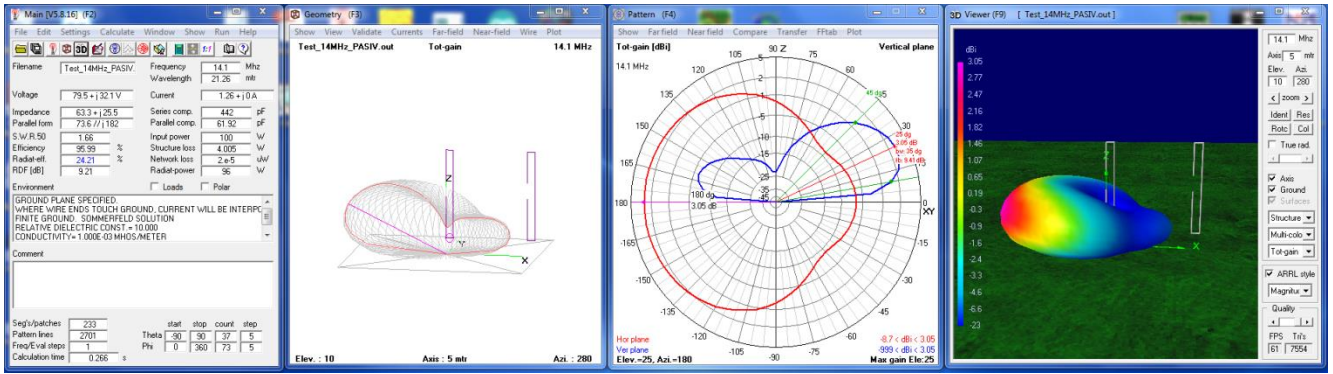
Positionarea și dimensiunile elementelor pentru 2 x C-Pole directivă

1. Din variantele dimensionale (determinate în prima parte a acestei expunerii și anexate în tabelul .pdf) s-a ales pentru fiecare bandă varianta cu un conductor 2,5mm² izolată în PVC pentru care s-au obținut cei mai buni parametrii electrici. S-a construit în fereastra Edit a 4NEC2 o antenă identică la distanța $\lambda/4$ și ambele la înălțimea la sol 1m (pentru o instalare mai ușoară). Alimentarea a rămas pe prima antenă. Comentariu: la execuția cu RunNEC se observă cum elementul adăugat, cea de a doua structură nealimentată, a influențat ansamblul și datorită inducției mutuale parametrii electrici Z_{in} și SWR sau modificat. A apărut însă relevanță modificarea diagramei de radiație care arată deja o antenă puternic directivă.

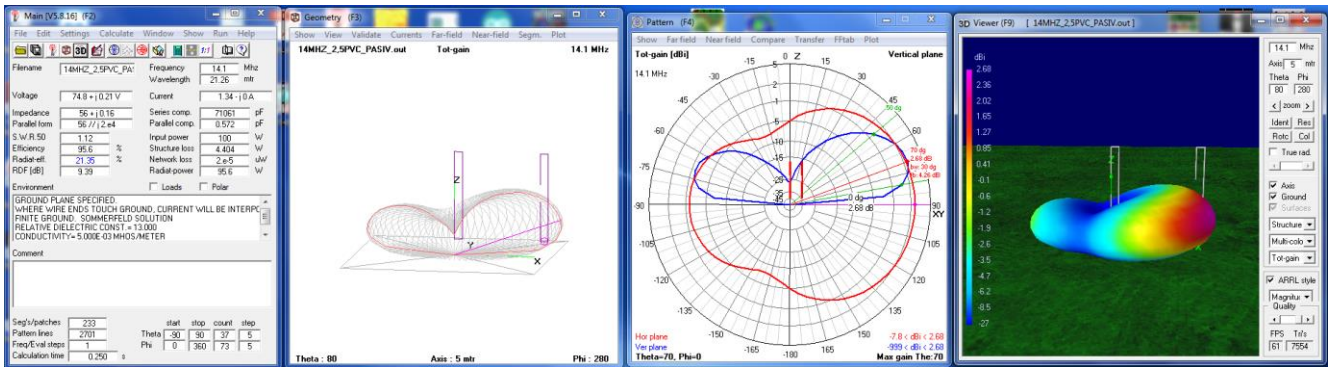
În captura de ecran de mai jos se poate observa acest lucru, atât parametrii cât și "pattern"-ul la o primă execuție după adăugarea elementului pasiv. Vom explica cantitativ modificările parametrilor de la situația unui singur element optimizat la adăugarea unui element pasiv identic dimensional la distanța de $\lambda/4$.

Pentru comparație între antena mono 1xC-Pole (conform datelor din tabel) și 2xC-Pole avem datele:

	Z ohmi	SWR	Gain dB	F/B dB	Θ grade	Rad.eff %	Prad watt	Loss Watt	I Amp	P watt
C-Pole	44-j0,55	1,04	-0,06	0,15	20	25,9	96,48	3,53	1,44	100
2xC-Pole	63,3+j25,5	1,66	3,05	9,41	25	24,21	96	4,05	1,26	100



2. Pentru ameliorarea SWR sau ales pentru optimizare dimensiunile C și D ale celor două structuri, elementul activ și cel pasiv cu meniul din 4NEC2 > Calculate > Start Optimizer > Optimizer and Evaluator > Selected C si D & SWR si Xin la 100%.
3. Pentru o antenă directivă sunt importanți cei doi parametri ai câmpului EM: câștigul (Gain) și raportul față-spate (Forward – Backward). 4NEC2 face calculul celor doi parametrii și îi afișează lângă digramele din fereastra Pattern. Pentru acesata se bifează în meniul din fereastra Pattern: Show > Info și Indicator. În scopul maximizării acestora s-a ales ca parametru de optimizare distanța dintre cele două elemente activ și pasiv și în 4NEC2 parametrii Gain și F/B.
4. Rezultatele pentru acest proces de optimizare al unei antene directive C-Pole cu 2 elemente sunt prezentate în tabelul alăturat și ca exemplu în captura de ecran pentru antena de 14MHz.



Se observă că SWR-ul și Zin sau îmbunătățit, precum și unghiul de elevație de la 25 la 20 grade.

Procedura de optimizare pentru fiecare frecvență a trecut prin mai multe etape intermediare iar în tabel au fost prezentate numai rezultatele finale care au fost considerate ca relevante. Și unele rezultate intermediare pot fi luate în considerație dar cu diminuarea relativ ușoară a unuia sau altuia din parametrii de funcționare avuți în vedere.

Tabloul parametrilor dimensionali și electrici ai antenei C-Pole cu două elemente.

Frecvența	7.1	10.1	14.1	18.1	21.1	25	28.5	51
A[m]	10	7.3	5.5	4.5	3.8	3.4	2.65	1.65
B[m]	1.6	0.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.35	0.15
C[m]	2.81	2.7	1.95	1.54	1.34	1.09	0.87	0.39
D[m]	4.96	3.48	2.47	2.02	1.63	1.45	1.1	0.68
H[m]	1	1	1	1	1	1	1	1
L(λ/4)[m]	11.63	7.92	5.315	4.04	3.3	3.12	2.63	1.48
Gain [dB]	2.2	2.36	2.78	3.19	3.28	3.86	3.65	4.88
F/B [dB]	5.4	4.9	4.48	4.36	3.79	5.92	3.74	5.65
θ [grade]	25	20	20	20	20	20	20	15
Z[ohmi]	62.1-j2.72	57.6-j1.23	56.2-j0.24	50.6+j0.74	49.4-j0.87	61.3+j8.87	50.7-j4.48	5.7-j10
SWR	1.25	1.15	1.12	1.02	1.02	1.3	1.09	1.22
*) Rad.eff. [%]	21.06	21.12	21.68	22.56	22.79	24.8	24.55	27.52

*) Radiația efectivă ia în considerație câmpul radiant îndepărtat cu influența solului și compensarea, anularea vectorială, a diverselor componente ale câmpului E/M. Nu se referă la puterea radiată și pierderile în structură.

Menționăm că nu am găsit o abordare similară în literatura de specialitate pentru această antenă.

O prezentare cu capturi de ecran pentru fiecare bandă și un clip dinamic realizat cu "Bandicam" sunt postate în sit-ul <http://tehnica.frr.org.ro>. Pentru cei care au spațiul de instalare minim necesar este interesant un astfel de experiment care aduce un câștig mediu de cca. 3dB și un raport F/B foarte bun, ceea ce nu este de neglijat.